

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-347050

(43)Date of publication of application : 15.12.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/122

G02B 6/30

G02B 6/42

H01S 5/022

H04B 10/28

H04B 10/02

(21)Application number : 11-155943

(71)Applicant : NHK SPRING CO LTD

(22)Date of filing : 03.06.1999

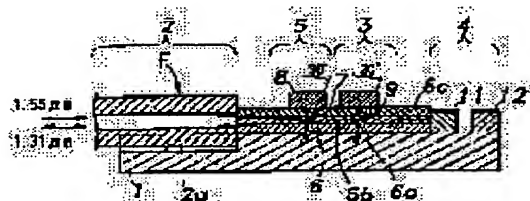
(72)Inventor : MASUDA YUKIYA
KAWAGUCHI SHIGERU

(54) OPTICAL TRANSMITTING/RECEIVING MODULE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical transmitting/receiving module which allows the multiple pieces to be manufactured together through a semiconductor process for example and which also facilitates connection with an optical fiber.

SOLUTION: The module is constituted of an optical waveguide 6, which is formed on a substrate 1 in a manner matching to the optical fiber F held on an optical fiber guide groove 2a also formed on the substrate 1, and an optical filter arranged in this optical waveguide so as to branch the light of plural wavelengths passing this waveguide 6, with the optical fiber F connected through a half mirror 9 with light receiving elements for each wavelength and light emitting elements which are arranged on the substrate 1; as a result, a number of light transmitting/receiving modules can be manufactured together in bulk through a semiconductor process for example, and also the module facilitates connection with the optical fiber F.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-347050

(P 2 0 0 0 - 3 4 7 0 5 0 A)

(43) 公開日 平成12年12月15日(2000.12.15)

| (51) Int. Cl. 7 | 識別記号 | F I | テームト* (参考) |
|-----------------|-------|---------------|------------|
| G 0 2 B | 6/122 | G 0 2 B 6/12 | B 2H037 |
| | 6/30 | 6/30 | 2H047 |
| | 6/42 | 6/42 | 5F073 |
| H 0 1 S | 5/022 | H 0 1 S 5/022 | 5K002 |
| H 0 4 B | 10/28 | H 0 4 B 9/00 | W |

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-155943

(22) 出願日 平成11年6月3日(1999. 6. 3)

(71) 出願人 000004640

日本発条株式会社

神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地

(72) 発明者 増田 享哉

神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地

日本発条株式会社内

(72) 発明者 川口 茂

神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地

日本発条株式会社内

(74) 代理人 100089266

弁理士 大島 陽一

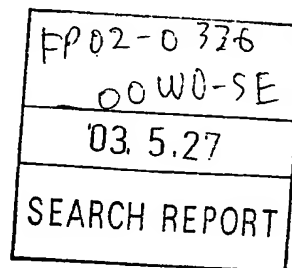
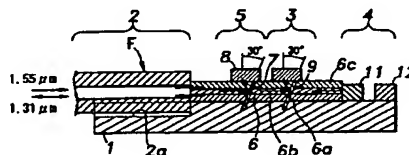
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光送受信モジュール

(57) 【要約】

【課題】 半導体プロセス等により多数個を一括して製造可能であると共に光ファイバとの接続も容易な光送受信モジュールを提供する。

【解決手段】 基板上に形成された光ファイバガイド溝に保持された光ファイバに整合するように同じく基板上に形成された光導波路及びこの光導波路を通過する複数波長の光を分波するべくこの光導波路中に配置された光フィルタ及びハーフミラーを介して光ファイバと基板上に配置された各波長用受光素子及び発光素子とを接続する構造とすることで、半導体プロセス等により光送受信モジュールを多数一括して製造可能であると共に光ファイバとの接続も容易になる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバにより伝達される第1の波長の光信号を送受信すると共に第2の波長の光信号を受信するための光送受信モジュールであって、光ファイバ端部のガイドするべく石英またはシリコン（Si）からなる基板上に形成された光ファイバガイド溝と、前記光ファイバガイド溝にガイドされた光ファイバの端部に整合するように前記基板上に形成された光導波路と、前記基板上に配置された前記第1の波長の光の発光素子と、前記基板上に配置された前記第1及び第2の波長の光の受光素子と、前記光ファイバから前記光導波路に至る光を前記第1の波長の光と第2の波長の光とに分波するべく前記基板上の前記光導波路中に配置された光フィルタと、前記光フィルタにて分波された第1の波長の光を前記第1の波長の光の受光素子に導くと共に前記発光素子からの第1の波長の光を前記光導波路から前記光ファイバに導くべく前記基板上の前記光導波路中に配置されたハーフミラーとを有することを特徴とする光送受信モジュール。

【請求項2】 前記光フィルタが、前記基板上の前記光導波路中に斜めに形成されたスリットに差し込まれ、前記第2の波長の光を前記基板上の受光素子に向けて反射するようになっていることを特徴とする請求項1に記載の光送受信モジュール。

【請求項3】 前記ハーフミラーが、前記基板上の前記光導波路中に斜めに形成されたスリットに差し込まれ、前記光フィルタにて分波された前記第1の波長の光を前記基板上の受光素子に向けて反射すると共に前記発光素子の第1の波長の光を前記光導波路から前記光ファイバに導くようになっていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の光送受信モジュール。

【請求項4】 前記基板がシリコン基板からなり、前記ガイド溝が、異方性エッチングによりV字状断面をなすように穿設されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の光送受信モジュール。

【請求項5】 前記光フィルタと前記受光素子または前記発光素子との間の間隔を調整するべく前記基板と前記受光素子または前記発光素子との間に透光性のスペーサを設けた用いたことを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の光送受信モジュール。

【請求項6】 前記光フィルタ及び前記ハーフミラーが、前記基板表面から突出しないようにその内部に埋設されていることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の光送受信モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信、光信号処理等に用いられ、光信号を電気信号に変換するための光送受信モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、通信機器、音響機器などで光ファイバを用いた双方向の光通信が多用されている。一般に高速変調された光信号は光ファイバを通して伝送されるが、これを最終的に必要な情報である音声や映像などに変換するためには電気信号に変換して更に音声や映像データに変換することで必要な出力を得ることができる。その方式や、光送受信モジュールも種々提案されている。例えば、特開平8-190026号公報には、シリコン基板上に導波路及び半導体素子のプラットフォームを形成し、フィルタ、レーザダイオード（発光素子）、フォトダイオード（受光素子）などを実装したモジュールが開示されている。このモジュールは基板上に半導体装置と同様なプロセスを用いて形成することから、ウエハ上に多数個、一括して形成できるという利点がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した基板に導波路を形成するモジュールは、光ファイバと接続する場合、ファイバアレイなど光ファイバ端部を保持した別部品を準備し、かつ高精度な調芯技術を用いて接続する必要がある、その作業が煩雑であった。実際、光軸調整は±0.5μmよりも高い精度が必要であり、極めて厄介な作業である。加えて、上記構造では下り専用信号光である1.55μmの光はフィルタで反射された後、再び導波路に結合し、この導波路からモジュール外に取り出され、更にファイバを通して別な受信モジュールへ入射して電気信号に変換される。これは接続部分が多くなり、光の損失を増加させる原因となり、伝送速度を低下させることになる。

【0004】そこで、例えば特開平10-197762号公報には、導波路を用いず、光ファイバを直接基板に組み付けるタイプのモジュールも提案されている。このモジュールの場合、別途光ファイバと接続する必要がないことから高精度な調芯作業を省略できるという利点がある。

【0005】しかしながら、モジュールの組立、実装を行う状態で既に光ファイバが組み込まれているため工程の途中で誤ってファイバを破損する可能性があるばかりでなく、モジュールから光ファイバが突き出しているため、組立てを個別に行わなければならない、かつ広いスペースが必要となり、基板に導波路を形成する場合のような一括した処理ができないことから組み立て効率が低下する問題がある。加えて、この構造は部品点数が多く、各部品の位置決めの際、各部品の位置精度を高くしないとファイバに無理な応力が加わり、その特性を劣化させる可能性がある。

【0006】本発明は上記した従来技術の問題点を鑑み

なされたものであり、半導体プロセス等により多数個を一括して製造可能であると共に光ファイバとの接続も容易な光送受信モジュールを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記した問題は、本発明によれば、ファイバにより伝達される第1の波長の光信号を送受信すると共に第2の波長の光信号を受信するための光送受信モジュールであって、光ファイバ端部のガイドするべく石英またはシリコン(Si)からなる基板上に形成された光ファイバガイド溝と、前記光ファイバガイド溝にガイドされた光ファイバの端部に整合するように前記基板上に形成された光導波路と、前記基板上に配置された前記第1の波長の光の発光素子と、前記基板上に配置された前記第1及び第2の波長の光の受光素子と、前記光ファイバから前記光導波路に至る光を前記第1の波長の光と第2の波長の光とに分波するべく前記基板上の前記光導波路中に配置された光フィルタと、前記光フィルタにて分波された第1の波長の光を前記第1の波長の光の受光素子に導くと共に前記発光素子からの第1の波長の光を前記光導波路から前記光ファイバに導くべく前記基板上の前記光導波路中に配置されたハーフミラーとを有することを特徴とする光送受信モジュールを提供することにより達成される。特に、前記光フィルタが、前記基板上の前記光導波路中に斜めに形成されたスリットに差し込まれ、前記第2の波長の光を前記基板上の受光素子に向けて反射するようになっており、また前記ハーフミラーが、前記基板上の前記光導波路中に斜めに形成されたスリットに差し込まれ、前記光フィルタにて分波された前記第1の波長の光を前記基板上の受光素子に向けて反射すると共に前記発光素子の第1の波長の光を前記光導波路から前記光ファイバに導くようになっていると良い。

【0008】

【発明の実施の形態】以下に、添付した図面を参照して本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

【0009】図1は、本発明が適用された光送受信モジュールの斜視図、図2はその断面図である。この光送受信モジュールは、光ファイバとの接続部2と、例えば1.31 μm の第1の波長の光を受信する第1の受信部3と、第1の波長の光を送信する送信部4と、例えば1.55 μm の第2の波長の光を受信する第2の受信部5とを同一の石英またはシリコンからなる基板1上に形成したものからなる。

【0010】光ファイバ接続部2は、基板1上に設けられた段部1aの前方に穿設されたV字状断面のガイド溝2aからなり、このガイド溝2aに外部からの光ファイバFの先端部を受容し、保持する。

【0011】第2の受信部5は、ガイド溝2aに保持された光ファイバFの軸線と一致するように、基板1の段部1a内を貫通する光導波路6を通る光のうち、第2の

波長(1.55 μm)成分のみを図に於ける斜め上方に反射するべく該光導波路6の中間部に斜めに挿入された反射型光フィルタ7と、この光フィルタ7に反射された光を受光するべく段部1a上に設けられた第2の波長の光の受光素子としてのフォトダイオード8とから構成されている。

【0012】第1の受信部3は、光導波路6を通る光のうち、光フィルタ7を通過した光、即ち第1の波長(1.31 μm)成分を図に於ける斜め上方に反射するべく該光導波路6の中間部に斜めに挿入されたハーフミラー9と、このハーフミラー9に反射された光を受光するべく段部1a上に設けられた第1の波長の光の受光素子としてのフォトダイオード10とから構成されている。

【0013】送信部4は、段部1aを挟んで光ファイバFと相反する側、即ち段部1aの後方に光導波路6の端部と正対するように設けられた第1の波長の光の発光素子としてのレーザダイオード11と、このレーザダイオード11の出力を監視するためのモニタ用フォトダイオード12とから構成されている。

【0014】以下に、上記光送受信モジュールの製造手順について説明する。まず、石英基板あるいはシリコンウエハにエッチングまたは機械加工などにより段部(ブラットホーム)を形成する。次に、CVD法などの成膜法によりSiO₂等の下部クラッド層6aを形成し、研磨あるいはエッチング法などにより所定の厚さとなるように平坦化処理する。

【0015】次に、下部クラッド層6a上にコア層6bを成膜する。ここで、コア層6bは通信波長の光を伝搬するべく、その屈折率が下部クラッド層6a及び後記する上部クラッド層6cに比べてやや高いものからなり、光ファイバと同様にその屈折率を高めるためにはGeやTiなどの元素を微量添加することが一般的に知られている。

【0016】次に、光導波路の経路、即ちコアパターンを形成するため、予め用意されたフォトマスクを用いてレジストを形成後、コア層6bをエッチングする(フォトリソグラフィ)。ここでのエッチングはRIE(リアクティブイオンエッチング)を用いると良い。このとき、光導波路6と光ファイバFとの位置決め基準となるV字状のガイド溝2aを形成するためのパターンを上記フォトマスクに形成しておくことで、そのレジストを同時に形成することができる。このため光導波路6のコア層6bと光ファイバガイド溝2aとの相対位置ずれは同じフォトマスクを使うため事実上生じることはない。尚、ガイド溝2aは例えばシリコン基板の場合、KOHなどアルカリ溶液を用いた異方性エッチングにより行うと良い。そして、上部クラッド層6cとしてSiO₂膜を成膜し、埋め込み光導波路6が完成する。

【0017】その後、上部クラッド層6cを平坦化する

と共に不要部分にも成膜された上部クラッド層、コア、下部クラッド層などを除去して、段部1aの前後の基板表面を露出させる。そして、必要に応じて基板上あるいは上部クラッド層6c上にAu、Al等の電極パターン、配線パターン等を形成し、電極にはんだをディップする。

【0018】次に、ダイシング加工あるいはエッチング等により光フィルタ7及びハーフミラー9を挿入するための溝13a、13bや光ファイバFを光導波路6に突き当てる部分の溝14を形成する。ここで、光フィルタ7及びハーフミラー9を挿入するための溝13a、13bは、光フィルタ7及びハーフミラー9による反射方向に対応して基板の表面に対して垂直でなく、例えば 8° ～ 30° のある角度 θ をもって斜めに形成する。また、溝14は光ファイバFの端面と光導波路6の端面とが正対するように、基板に対し垂直に形成する。

【0019】次に、レーザダイオード11、フォトダイオード8、10、12、図示されないその他半導体素子をはんだ付けにより所定の位置に実装すると共に光フィルタ7及びハーフミラー9を溝13a、13bに各々挿入し、接着剤を入れて硬化させる。ここで、光フィルタ7、ハーフミラー9及びフォトダイオード8、10の位置、大きさによっては各々が干渉することが考えられる。そこで、図3のように光フィルタ7及びハーフミラー9の不要部分を除去しても良く、図4に示すように、フォトダイオード8、10を光路部分がくり抜かれたスペーサ15を介して実装すれば、光フィルタ7、ハーフミラー9の不要部分を除去せずに受光位置の調整をすることができる。図5に、スペーサ15の構造の一例を示す。このスペーサ15は中間部の光路が形成される部分がくり抜かれ、空洞15aを有するU字型としている。

【0020】また、スペーサ15自体またはその表面を導電性のものとすれば、基板1との電気的な接続も可能である。用いるスペーサ15の材質はリン青銅、ステンレスなど金属の薄板に金メッキを施したもの等が挙げられる。また、スペーサ15を介在させると光導波路6からフォトダイオード8、10まで光路が長くなるためビームの広がりが大きくなり、受光効率が低下することが考えられるが、ビームの広がりやフォトダイオード8の受光部分の直径との関係からスペーサ15の厚さを $100\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ 程度以内とすることで問題を生じることはない。

【0021】最後に上記基板を1つずつ切断し、光ファイバFをガイド溝2aに組み付けることにより光送受信モジュールが完成する。

【0022】以下に、本発明による光送受信モジュールの作動要領について図2を参照して説明する。この光送受信モジュールは光ファイバFより送られてきた光信号を電気信号に変換したり、電話などからの電気信号を光信号に変換して光ファイバFへ送り出すためのものであ

る。

【0023】第1の波長 λ_1 ($1.31\mu\text{m}$)及び第2の波長 λ_2 ($1.55\mu\text{m}$)の光を含む外部からの光信号は光ファイバFから光導波路6へ入射し、光導波路6の途中に挿入された光フィルタ7により第2の波長 λ_2 ($1.55\mu\text{m}$)の成分のみ反射される。そして、反射された光は基板1の表面側へ出射する。そして、この出射位置に設けられたフォトダイオード8に受光され、電気信号に変換され、所定の出力を得ることとなる。

10 【0024】上記光フィルタ7を透過した光、即ち第1の波長 λ_1 ($1.31\mu\text{m}$)の光は、ハーフミラー9によりその光量の半分が反射される。そして、反射された光は基板1の表面側へ出射する。そして、この出射位置に設けられたフォトダイオード10に受光され、電気信号に変換され、所定の出力を得ることとなる。

20 【0025】ここで、効率の良い受信のためには光フィルタ7の反射光のビーム中心とフォトダイオード8の受光部中心とを一致させ、ハーフミラー9の反射光のビーム中心とフォトダイオード10の受光部中心とを一致させる必要があり、そのためには光ファイバFと光導波路6とが高精度で調芯されている必要があるが、本発明による光送受信モジュールでは上記したようにガイド溝2aにガイドされた光ファイバFと光導波路6とは高精度で調芯されていることから、光ファイバとの高精度な接続を容易に実現しつつ、光フィルタ7及びハーフミラー9による反射光の損失を最小限にして受光素子(フォトダイオード)に導くことができる。

30 【0026】一方、レーザダイオード11から出射した所定の電気信号を変換してなる第1の波長 λ_1 ($1.31\mu\text{m}$)の光は光導波路6に入射し、ハーフミラー9及び光フィルタ7を透過して光導波路6から光ファイバFに入射し、必要な信号を送り出すこととなる。

【0027】尚、第1の波長 λ_1 ($1.31\mu\text{m}$)の光は、1波長で双方向通信に用いられる光で、双方向の発振タイミングをコントロールする時分割方式よりお互いの信号の衝突を防いでいる。また、第1の波長 λ_1

40 ($1.31\mu\text{m}$)の光は送信、受信共ハーフミラー9によりその光量の50%を損失するが、予めこれを見込んで伝送速度を設定しておくことでシステム上問題とはならない。

【0028】

50 【発明の効果】上記した説明により明らかなように、本発明による光送受信モジュールによれば、基板上に形成された光ファイバガイド溝に保持された光ファイバに整合するように同じく基板上に形成された光導波路及びこの光導波路を通過する複数波長の光を分波するべくこの光導波路中に配置された光フィルタ及びハーフミラーを介して光ファイバと基板上に配置された各波長用受光素子及び発光素子とを接続する構造とすることで、半導体プロセス等により光送受信モジュールを多数一括して製

7

造可能であると共に光ファイバとの接続も容易になる。また、ガイド溝と光導波路とを同じ工程でパターンニングすることで光ファイバと光導波路との調芯を容易に、かつ精度良く行うことができる。更に、光フィルタ及びハーフミラーを、基板上の光導波路中に斜めに形成されたスリットに差し込み、対応する波長の光を基板上の受光素子に向けて反射または基板上の発光素子からの光を光導波路を介して光ファイバに向けて反射する構成とすることで、受光素子であるフォトダイオードとして、高い位置決め精度が要求されない一般的な面受光型のものを用いることができる。加えて、必要に応じて光フィルタと受光素子または発光素子との間の間隔を調整するべく基板と受光素子または発光素子との間にスペーサを設けることで、フィルタや受光素子または発光素子の大きさ配置によらず、それらを加工しなくても受光または発光位置の調整をすることができ、汎用性が向上すると共に組立が簡単になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用された光送受信モジュールの斜視図。

【図2】図1の断面図。

【図3】図2の要部拡大図。

【図4】本発明が適用された光送受信モジュールの変形例を示す図3と同様な図。

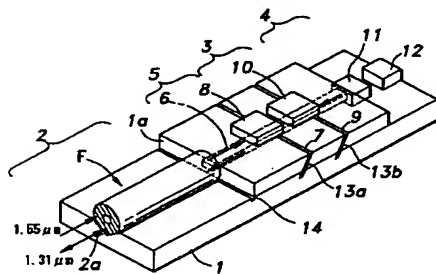
8

【図5】スペーサの構造の一例を示す斜視図。

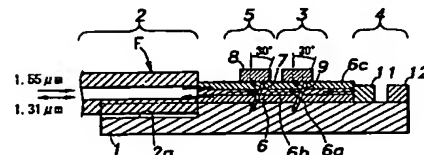
【符号の説明】

- 1 基板
- 1 a 段部
- 2 接続部
- 2 a ガイド溝
- 3 第1の受信部
- 4 送信部
- 5 第2の受信部
- 10 6 光導波路
- 6 a 下部クラッド層
- 6 b コア層
- 6 c 上部クラッド層
- 7 反射型光フィルタ
- 8 フォトダイオード
- 9 ハーフミラー
- 10 フォトダイオード
- 11 レーザダイオード
- 12 モニタ用フォトダイオード
- 20 13 a、13 b 溝
- 15 スペーサ
- 15 a 空洞
- F 光ファイバ

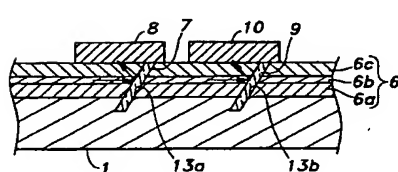
【図1】



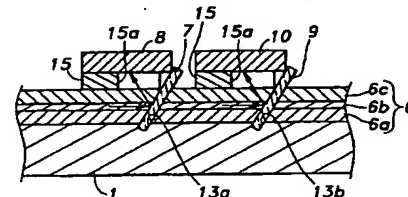
【図2】



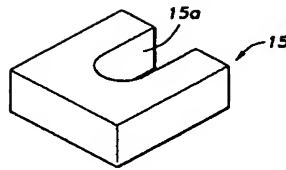
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷
H 0 4 B 10/02

識別記号

F I

テームト(参考)

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA02 BA11 BA24 CA37
CA38 DA04 DA06 DA12
2H047 KA04 KB08 LA14 LA18 MA05
PA05 PA06 PA24 QA02 RA08
TA05 TA31 TA42 TA43
5F073 AB21 AB28 BA02 FA05 FA07
FA13 FA15 FA23
5K002 AA05 AA07 BA02 BA13 BA14
BA21 BA33 DA04 FA01